

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umби Garut

Umби garut (*Marantha arundinaceae*) merupakan salah satu jenis tanaman umби-umbian lokal yang banyak dijumpai di wilayah Indonesia. Umби garut mudah tumbuh pada lingkungan yang minim sinar matahari serta pada tanah dengan tingkat kesuburan rendah. Perawatan pada tanaman ini juga tidak sulit serta serangan hama dan penyakit yang menyerang tanaman ini relatif kecil, sehingga umби garut dapat dengan mudah dibudidayakan (Caesarina dan Estiasih, 2016). Umби garut merupakan bahan pangan sumber karbohidrat, dan yang dominan adalah pati. Umби garut berwarna putih ditutupi dengan kulit yang bersisik berwarna coklat muda, berbentuk silinder. Umби garut dapat dijadikan sumber karbohidrat alternatif untuk menggantikan tepung terigu karena kandungan patinya yang tergolong besar, terutama yang berumur 10 bulan setelah tanam. Rimpang segar mengandung air 69–72%, protein 1,0–2,2%, lemak 0,1%, pati 19,4–21,7%, serat 0,6–1,3% dan abu 1,3–1,4% (Sastra, 2003). Foto tanaman garut dan umби garut digambarkan pada Ilustrasi 1 dan 2.



Ilustrasi 1. Foto Tanaman Umби Garut



Ilustrasi 2. Foto Umbi Garut

Umbi garut memiliki kandungan karbohidrat 25-30%, kandungan pati $\pm 20\%$, tepungnya dapat digunakan sebagai bahan baku pengganti terigu. Umbi garut memiliki manfaat kesehatan karena indeks glikemiknya rendah (14), lebih rendah dari beras, terigu, kentang, dan ubi kayu masing-masing sebesar 96, 100, 90, dan 54. Indeks glikemik umbi-umbian lainnya, seperti gembili, kimpul, ganyong, dan ubi jalar masing-masing 90, 95, 105, 179 (Suhartini dan Hadiatmi, 2011). Garut merupakan salah satu penghasil pati, dimana umbi garut merupakan penghasil pati yang potensial dengan hasil pati berkisar antara 1,92–2,56 t/ha. Pati garut dapat digunakan sebagai bahan substitusi terigu hingga 50–100% (Djaafar dan Pustika, 2016). Tepung atau pati garut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produk pangan seperti roti, kue kering (*cookies*), *cake*, mie, makanan ringan, dan aneka makanan tradisional. Tepung garut dapat digunakan sebagai campuran tepung terigu pada industri makanan, misalnya pada pembuatan roti tawar dengan proporsi tepung garut 10% - 20%, pada mie sebesar 15% - 20%, bahkan pada kue kering sampai 100% (Rukmana, 2000).

2.2. Pati

Pati merupakan senyawa polisakarida yang terdiri dari monosakarida. Monomer dari pati adalah glukosa yang berikatan dengan ikatan α (1,4)-glikosidik, yaitu ikatan kimia yang menggabungkan 2 molekul monosakarida yang berikatan kovalen terhadap sesamanya. Pati merupakan zat tepung dari karbohidrat dengan suatu polimer senyawa glukosa yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu amilosa dan amilopektin. (Akbar *et al.*, 2013). Amilosa merupakan bagian polimer linier dengan ikatan α -(1 \rightarrow 4) unit glukosa. Derajat polimerisasi amilosa berkisar antara 500–6.000 unit glukosa, bergantung pada sumbernya. Amilopektin merupakan polimer α -(1 \rightarrow 4) unit glukosa dengan rantai samping α -(1 \rightarrow 6) unit glukosa (Herawati, 2016).

Pati alami memiliki beberapa kelemahan yang dapat menjadi kendala dalam pemanfaatannya khususnya di bidang pangan, antara lain yaitu kelarutan terbatas, membutuhkan waktu yang lama dalam pemasakan, pasta yang dihasilkan cukup keras, dan mempunyai kestabilan yang rendah (Retnaningtyas dan Putri, 2014). Penggunaan pati pada proses pengolahan pangan juga membutuhkan karakteristik atau sifat fungsional tertentu, terutama jika proses tersebut berlangsung pada kondisi suhu tinggi, pH rendah, dan sebagainya, sehingga pati harus memiliki sifat fungsional dengan kriteria-kriteria tertentu. Tidak semua kriteria tersebut dipenuhi oleh pati alami, sehingga diperlukan upaya untuk memenuhinya, yaitu dengan jalan memodifikasi pati alami tersebut (Erika, 2010). Persyaratan mutu tepung umbi garut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Tepung Garut Menurut SNI 01-6057-1999

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan:		
	Bentuk	-	Serbuk halus
	Bau	-	Normal
	Rasa	-	Normal
	Warna	-	Normal
2	Benda asing	-	Tidak boleh ada
3	Serangga dalam semua bentuk dan potongan-potongannya	-	Tidak boleh ada
4	Jenis pati lain	-	Tidak boleh ada
5	Kehalusan, lolos ayakan 100 mesh, b/b	-	Minimal 95%
6	Kadar air, b/b	-	Maksimal 16%
7	Kadar abu, b/b(dry basis)	-	Maksimal 0,5%
8	Serat kasar	-	Maksimal 1%
9	Derajat keasaman	ml NaOH per 100 gram	Maksimal 4
10	Residu SO ₂	mg/kg	Maksimal 30
11	Cemaran logam		
	Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 1
	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 10
	Seng (Zn)	mg/kg	Maksimal 40
	Raksa (Hg)	mg/kg	Maksimal 0,05
12	Cemaran arsen	mg/kg	Maksimal 0,5
13	Cemaran mikroba		
	Angka lempeng total	Koloni/g	Maksimal 10 ⁶
	E.Coli	APM/g	Maksimal 10
	Kapang	Koloni/g	Maksimal 10 ⁴

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 1999

2.3. Modifikasi Pati

Pati termodifikasi merupakan pati yang gugus hidroksilnya telah diubah melalui suatu reaksi kimia atau dengan mengubah struktur asalnya. Pati alami diberi perlakuan tertentu dengan tujuan menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk mengubah beberapa sifat sebelumnya atau sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali,

zat pengoksidasi atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru atau perubahan bentuk, ukuran serta struktur molekul pati (Pudjiastuti, 2010). Modifikasi pati dapat dilakukan secara fisik melalui beberapa cara, antara lain pengeringan, pemanasan, pendinginan, pemasakan maupun perlakuan fisik lainnya. Proses modifikasi pati juga dapat dilakukan secara kimia melalui *cross linking*, substitusi atau kombinasi keduanya dengan menggunakan bahan kimia sebagai bahan pembantu reaksi selama proses pengolahan. Berdasarkan proses tersebut, pati termodifikasi dapat dikelompokkan menjadi pati dengan perlakuan asam, perlakuan basa, pemutihan, oksidasi, perlakuan enzim, penggunaan fosfat, penggunaan gliserol, esterifikasi, fosfatasi, dan asetilisasi (Herawati, 2013).

Modifikasi pati ditujukan untuk memotong ikatan antara molekul-molekul glukosa, mengganti gugus hidroksil atau menambah gugus fungsional lainnya ke dalam molekul pati. Selama reaksi oksidasi berlangsung, gugus-gugus hidroksil pada posisi C-2, C-3, dan C-6 diubah menjadi gugus karbonil dan karboksil (Kurakake *et al.*, 2009). Pati termodifikasi dalam industri pangan berfungsi sebagai bahan pengisi, pengental, pengemulsi, dan lain sebagainya. Penambahan pati termodifikasi pada pengolahan produk pangan dapat meningkatkan dan mempunyai keunggulan kualitas baik dari penampakan secara fisik, rasa, konsistensi, warna, zat gizi atau pun proses pengolahan yang lebih mudah dan cepat. Salah satu contoh penggunaan pati termodifikasi adalah sebagai bahan pengisi dalam pembuatan permen gum dan dapat memberikan sifat produk yang lebih padat (Triyono, 2008).

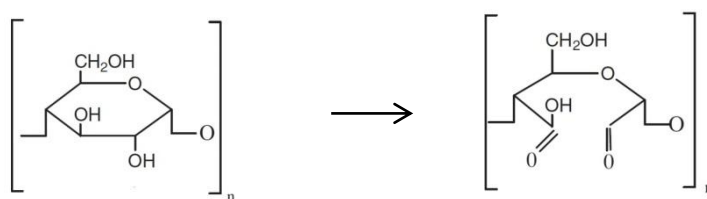
2.4. Ozonisasi

Ozon adalah molekul yang terdiri atas tiga atom oksigen (O_3) dan merupakan zat pengoksidasi yang sangat kuat (*powerful oxidizing agent*) yang juga dapat berperan sebagai *non-chemical disinfectant*. Ciri-ciri dan spesifikasi ozon, yaitu tidak beracun (*non-toxic*) dalam konsentrasi rendah, ramah lingkungan, relatif tidak berbahaya dan hampir serupa dengan oksigen (Suwarno *et al.*, 2017). Pemanfaatan ozon dalam teknologi ozonisasi dapat dimanfaatkan untuk membunuh bakteri (*sterilization*), menghilangkan warna (*decoloration*), menghilangkan bau (*deodoration*), dan menguraikan senyawa organik (*degradation*) (Yazid *et al.*, 2007).

Ozon dapat dibuat dengan melewati gas oksigen (O_2) pada daerah yang dikenai tegangan tinggi. Molekul oksigen (O_2) yang dikenai tegangan tinggi ini akan mengalami ionisasi yaitu proses terlepasnya suatu atom atau molekul dari ikatannya menjadi ion-ion oksigen (O^*). Molekul-molekul oksigen (O_2) yang terionisasi ini biasa disebut dalam kondisi plasma. Dimana plasma adalah partikel gas bermuatan yang terdiri dari pembawa muatan atau biasa yang disebut dengan ion yang terdiri dari ion positif, ion negatif, elektron dan radikal bebas. Plasma juga biasa disebut dengan materi fase keempat setelah padat, cair dan gas. Jenis-jenis dari ion oksigen (O^*) adalah O^+ , O_2^+ , O^- , O^{2-} dan O_3^- . Kombinasi dari kesemuanya dapat menghasilkan ozon (Yusuf *et al.*, 2011).

Ozon merupakan salah satu zat oksidan yang dapat diaplikasikan pada teknik modifikasi pati dengan metode oksidasi. Modifikasi pati pada dasarnya ditujukan untuk memotong ikatan antara molekul-molekul α -(1-4) glukosa,

mengganti gugus hidroksil atau menambah gugus fungsional lainnya ke dalam molekul pati. Pada reaksi oksidasi, maka gugus-gugus hidroksil pada posisi C-2, C-3, dan C-6, diubah menjadi gugus karbonil dan/atau karboksil (Kurakake *et al.*, 2009). Oksidasi pati banyak digunakan karena menghasilkan pati yang memiliki viskositas rendah, stabilitas pasta tinggi, kejernihan pasta tinggi, serta memiliki daya pengembangan dan sifat perekat yang baik (Sanchez-Rivera *et al.* 2005). Selama proses oksidasi, gugus hidroksil pada molekul pati akan teroksidasi menjadi gugus karboksil dan karbonil. Reaksi oksidasi juga mengakibatkan terjadinya degradasi molekul pati sehingga viskositas pasta rendah (Tetholl *et al.*, 2017). Reaksi oksidasi pati dapat dilihat pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Reaksi Oksidasi pada Pati

Oksidasi merupakan salah satu metode kimia dalam teknik modifikasi pati yang dilakukan melalui reaksi dengan agen pengoksidasi di bawah kondisi yang dikendalikan (Wang dan Wang, 2003). Reagen utama yang sering digunakan untuk modifikasi pati dengan oksidasi adalah natrium hipoklorit dan hidrogen peroksida, namun terdapat efek negatif dalam penggunaan reagen tersebut, yaitu dihasilkannya limbah yang beracun (Chan *et al.*, 2011). Sebaliknya, jika dibandingkan dengan oksidan kimia lainnya, ozon dianggap sebagai teknologi "hijau" dan "ramah lingkungan" karena dapat dengan cepat terurai menjadi

oksigen, juga tidak meninggalkan residu dalam makanan atau lingkungan (Çatal dan Ibanoglu, 2014). Ozon juga memenuhi permintaan global untuk keberlanjutan yang lebih aman bagi konsumen dan lingkungan. Tahun 1997, U.S. Food and Drug Administration telah menyantumkan ozon sebagai “*Generally Recognized as Safe*” sebagai desinfektan dan zat aditif makanan dalam proses pengolahan pangan. Ozon juga sudah banyak digunakan untuk teknik modifikasi pati dalam berbagai sumber pati, seperti jagung, sagu, ketela pohon, beras, gandum dan kentang (Castanha *et al.*, 2017).

2.5. Parameter Pengujian Pati Garut

Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah daya kembang, viskositas, kelarutan, *freeze-thaw stability*, derajat kecerahan, dan kadar air.

2.5.1. Kadar Air

Produk dalam bentuk tepung memang dianjurkan agar memiliki tingkat kadar air yang rendah karena produk ini sangat riskan terhadap pertumbuhan jamur selama proses penyimpanannya. Selain mempengaruhi terjadinya perubahan kimia, kandungan air dalam bahan pangan juga ikut menentukan kandungan mikroba pada produk pangan tersebut. Perlakuan suhu dan lama pengeringan pada proses pengolahan tepung akan sangat mempengaruhi kadar air produk yang dihasilkan (Ambarsari *et al.*, 2009). Faktor yang sangat berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan adalah perubahan kadar air dalam produk. Aktivitas air (a_w) berkaitan erat dengan kadar air, yang umumnya

digambarkan sebagai kurva isothermis, serta pertumbuhan bakteri, jamur dan mikroba lainnya. Makin tinggi a_w pada umumnya makin banyak bakteri yang dapat tumbuh, sementara jamur tidak menyukai a_w yang tinggi (Herawati, 2008). Syarat kadar air dari pati garut adalah maksimal 16% (SNI 6057:1999).

2.5.2. Daya Kembang

Pertambahan volume dan berat maksimum yang dialami pati dalam air merupakan definisi dari daya kembang atau *swelling power* pada pati (Pangesti *et al.*, 2014). *Swelling power* atau daya kembang pati dipengaruhi oleh kemampuan molekul pati untuk mengikat air melalui pembentukan ikatan hidrogen. Setelah gelatinisasi ikatan hidrogen antara molekul pati terputus dan digantikan oleh ikatan hidrogen dengan air. Sehingga pati dalam tergelatinisasi dan granula-granula pati mengembang secara maksimal. Proses mengembangnya granula pati ini disebabkan karena banyaknya air yang terserap kedalam tiap granula pati dan granula pati yang mengembang tersebut mengakibatkan *swelling power* menjadi meningkat (Retnaningtyas dan Putri, 2014).

Swelling power adalah suatu proses gelatinisasi di mana pati akan menyerap air dan mulai berkembang. *Swelling power* ini dipengaruhi oleh suhu pemanasan. Semakin banyak rantai yang panjang dalam amilopektin, maka *swelling power* dari pati akan semakin meningkat. Kemampuan *swelling* bergantung pada jenis pati. *Swelling power* terjadi jika suspensi pati dipanaskan pada suhu di atas suhu gelatinisasi. Jadi *swelling power* dari suatu pati dipengaruhi oleh suhu. Semakin tinggi suhu pemanasan, maka semakin tinggi

pula *swelling power* dari pati. Ketika pati dipanaskan dalam air yang berlebih, granula pati akan menyerap air dan ikatan hidrogen dalam struktur pati menjadi putus dan digantikan oleh ikatan hidrogen pada air, sehingga seiring dengan berjalannya waktu, maka pati akan mengembang dan juga lebih mudah larut atau kelarutannya tinggi (Wibowo *et al.*, 2008).

2.5.3. Kelarutan

Kelarutan pati merupakan kemampuan molekul dalam granula pati untuk berinteraksi dengan molekul air dan menggantikan interaksi hidrogen antar molekul sehingga granula akan lebih mudah menyerap air serta mempunyai daya kembang yang tinggi (Purnamasari dan Januarti, 2010). Salah satu faktor yang mempengaruhi kelarutan adalah derajat polimerisasi. Semakin tinggi derajat polimerisasi maka kelarutannya semakin rendah. Sebaliknya, jika derajat polimerisasi semakin rendah maka kelarutannya semakin tinggi (Erezka *et al.*, 2014). Kelarutan menunjukkan indikasi tingkat kemudahan suatu tepung untuk dapat larut dalam air. Kelarutan yang tinggi mengindikasikan bahwa tepung lebih mudah larut dalam air dan sebaliknya, hal ini disebabkan partikel-partikel yang tidak larut dalam air akan lebih sedikit yang didispersikan. Semakin tinggi kelarutan maka semakin bagus kualitas tepung tersebut (Janathan, 2007).

2.5.4. Derajat Kecerahan

Warna merupakan salah satu parameter fisik yang penting dalam sebuah produk pangan karena seseorang umumnya akan menetapkan pilihan awal

terhadap suatu produk berdasarkan kenampakan visual dari produk tersebut. Warna merupakan salah satu profil visual yang menjadi kesan pertama konsumen dalam menilai bahan makanan, sehingga bisa dikatakan warna sangat mempengaruhi kualitas produk terutama produk tepung (Zuhro *et al.*, 2015). Pengamatan warna menggunakan *color reader* dengan nilai L menyatakan tingkat gelap terang dengan kisaran 0-100, dimana nilai 0 kecenderungan warna hitam, sedangkan nilai 100 menyatakan kecenderungan warna putih atau cerah (Rasulu *et al.*, 2012).

2.5.5. *Freeze-thaw stability*

Freeze-thaw stability merupakan indikator penting untuk mengevaluasi ketahanan sifat fisik gel pati terhadap perubahan tidak diinginkan selama pembekuan dan pencairan (Charoerein *et al.*, 2008). Pengujian *freeze-thaw stability* dilakukan untuk melihat apakah pati yang dihasilkan dapat disimpan dalam suhu beku (-15°C) sehingga aplikasinya memungkinkan untuk digunakan dalam produk yang harus disimpan pada suhu yang sangat rendah. Nilai *freeze-thaw stability* dinyatakan dalam persentase sineresis yang dilakukan pada beberapa siklus. Semakin tinggi persentase jumlah air yang terpisah menunjukkan bahwa pati tersebut semakin tidak stabil terhadap penyimpanan suhu beku (Sunarti *et al.*, 2007). Nilai sineresis yang rendah dapat digunakan sebagai indikator bahwa pati tersebut relatif stabil pada suhu rendah (Damat *et al.*, 2007).

2.5.6. Viskositas

Viskositas adalah daya aliran molekul dalam suatu larutan. Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan sebagai larutan pada konsentrasi dan suhu tertentu (Prasetyo *et al.*, 2018). Selama pemanasan terjadi peningkatan viskositas yang disebabkan oleh pembengkakan granula pati yang di dalam air, dimana energi kinetik molekul air lebih kuat daripada daya tarik molekul pati di dalam granula pati. Hal ini dapat menyebabkan air dapat masuk ke dalam granula pati. Suhu awal gelatinisasi ialah suhu pada saat pertama kali viskositas mulai naik. Suhu gelatinisasi merupakan suatu fenomena sifat fisik pati yang kompleks yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran molekul amilosa dan amilopektin serta keadaan media pemanasan (Richana dan Sunarti, 2004).